

А  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

3255/2-81

29/6-81

P8-81-221

П.Г.Василев

ТЕПЛОЕМКОСТЬ КЛЕЕВ БФ  
ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Направлено в ПТЭ

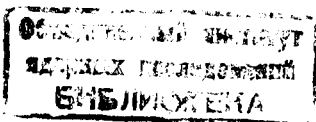
1981

1. Из-за высокой теплопроводности и хороших теплоизоляционных свойств полимеризующие клеи БФ2, БФ4 и БФ6 широко применяются в современных низкотемпературных экспериментах. В ряде случаев, особенно при калориметрических измерениях, нужно точно учитывать вклад использованного клея в общей теплоемкости системы или ее элементов. В литературе, однако, имеются данные лишь о теплоемкости БФ2 /при температурах  $0,3 \div 4,2 / ^{\circ}\text{K}$  и о теплоемкости БФ4 /при температурах выше  $20\text{K} / ^{\circ}\text{K}$ . Эти данные были получены методом адиабатической калориметрии на массивных образцах массой 7,25 и 1,787 граммов соответственно. Следует отметить, что характерный кубический закон теплоемкости  $C_p(T) = A \cdot T^3$  наблюдался лишь для клея БФ2 /при  $T \leq 4,2 / ^{\circ}\text{K}$ . Есть основания предполагать, что переходная область температуры, ниже которой такой закон должен иметь место, находится в районе  $4,2 \div 15 \text{ K}$ .

В настоящей работе приводятся результаты измерения удельной теплоемкости микрообразцов из полимеризованных клеев БФ2, БФ4 и БФ6 в температурном интервале  $4,2 \div 16 \text{ K}$ .

2. Образцы цилиндрической формы и массы  $m \sim 10 \div 100 \text{ мг}$  получались путем послойной полимеризации /при температуре  $-120^{\circ}\text{C} /$  на константановую проволочку массой  $< 1 \text{ мг}$  диаметром  $0,05 \text{ мм}$ , которая затем использовалась в качестве микронагревателя.

Теплоемкость измерялась методом определения времени релаксации<sup>3/</sup>. В качестве термостата использовался массивный свинцовый блок, температура  $T_0$  которого могла поддерживаться стабильно /с точностью не хуже  $\pm 0,001 \text{ K} /$  в течение практически неограниченного времени. Мощность, выделяемая в образце при включении микронагревателя, составляла  $\sim 0,3 \div 1,5 \text{ мкВт}$ , а максимальная разность температуры  $\Delta T_0$  между образцом и термостатом не превышала  $0,1 \text{ K}$ . Изменения температуры образца  $\Delta T(t)$  со временем /после включения или выключения микронагревателя/ записывались при помощи калиброванной дифференциальной термопары из / $\text{Au} + 0,03 \text{ ат.}\% \text{ Fe} /$ -хромеля, нановольтметра Ф118 и  $Y-t$  самописца Hewlett Packard. Специальные меры были предусмотрены во избежание возможного дрейфа электронной аппаратуры, а также с целью максимального снижения уровня внешних электромагнитных помех и механических вибраций. Допускаемая ошибка при записи  $\Delta T(t)$  не превышала 2%. Это позволило провести измерения теплоемкости исследуемых микрообразцов с относительной ошибкой  $\Delta C/C \leq \pm 5\%$ .



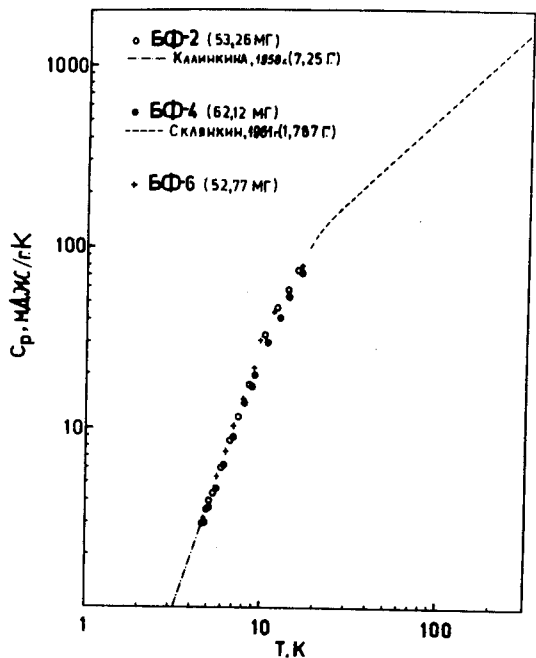
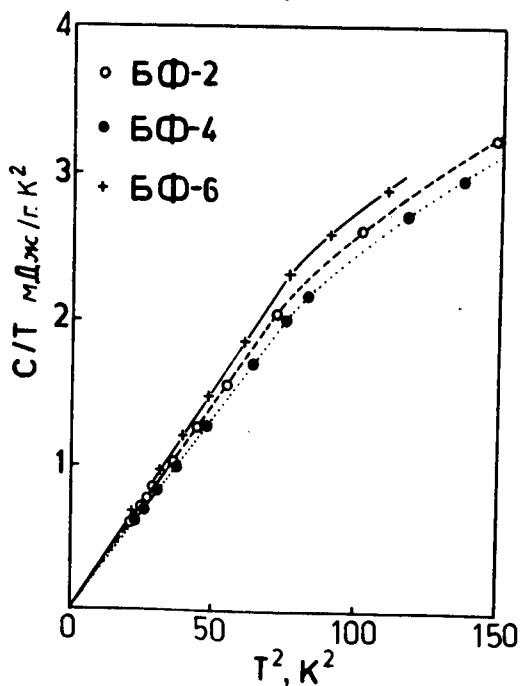


Рис.1. Температурные зависимости удельной теплоемкости образцов из БФ-2, (o), БФ-4 (•) и БФ-6 (+) массой 53,26; 62,12 и 52,77 мг соответственно.

3. Температурные зависимости удельной теплоемкости /с учетом незначительного влияния константовой проволоочки микронагревателя/ трех образцов из БФ2, БФ4 и БФ6 показаны на рис.1. На рис.2 эти же результаты /при  $T < 12$  К/ представлены в координатах  $C/T - T^2$ . Видно, что для всех образцов ниже 9 К выполняется характерный кубический закон типа  $C_p(T) = AT^3$ , причем значения коэффициента  $A$  /  $A = 0,0285 \pm 0,0012 \frac{\text{мДж}}{\text{г} \cdot \text{К}^4}$  для БФ2,  $A = 0,0265 \pm 0,0010 \frac{\text{мДж}}{\text{г} \cdot \text{К}^4}$  для БФ4 и  $A = 0,0305 \pm 0,0012 \frac{\text{мДж}}{\text{г} \cdot \text{К}^4}$

для БФ6/ находятся в хорошем согласии с результатами Калинкиной <sup>/1/</sup> /для БФ2 при  $T \leq 4,2$  К ею было получено  $A = 0,029 \frac{\text{мДж}}{\text{г} \cdot \text{К}^4}$  /, а по видимому, - и с данными Склянкина <sup>/2/</sup> /им приводятся значения  $C_p(20\text{К}) \approx 17 \frac{\text{мДж}}{\text{г} \cdot \text{К}}$  для БФ4/.

Рис.2. Данные о теплоемкости образцов /как и на рис.1/, представленные в координатах  $C/T - T^2$ .



В пределах ошибки измерения не была обнаружена зависимость удельной теплоемкости от массы образца. Возможно, однако, слабое изменение теплоемкости в зависимости от условий полимеризации клея.

В заключение мне хотелось бы выразить благодарность А.Г.Зельдовичу и И.Н.Гончарову за интерес к работе, а также Р.Херцугу и В.Пискалеву за помощь при проведении экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Калинкина И.Н. ПТЭ, 1958, №1, с.146.
2. Склянкин А.А. ПТЭ, 1961, №4, с.180.
3. Bachman R. et al. Rev.Sci.Instr., 1972, v.43, No.2, p.205.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 апреля 1981 года.